

The background features a pattern of green circles of varying shades. Overlaid on this is a semi-transparent image of the Earth, showing continents and oceans, positioned in the upper right quadrant.

fijación biotecnológica de CO₂

**proyecto de fotobiorreducción de
emisiones en una planta cementera**

el problema

- emisión de 800.000 t/año de CO₂.
- dificultad en la autorización de la actividad por parte del Organismo Medioambiental.
- retraso en la ejecución del proyecto de inversiones.



la propuesta

- Cementos del Marquesado se compromete a reducir al 50% sus emisiones anuales de gases de efecto invernadero:

400.000 t/año



confinamiento del CO₂

- mecanismos físicos:
 - almacenamiento subterráneo.
 - almacenamiento marino.
- mecanismos químicos.
- mecanismos biológicos:
 - fotosíntesis forestal.
 - utilización en cultivos bajo plástico.
- mecanismos biotecnológicos.



fijación biotecnológica

- cultivos forzados de algas:
 - algas pluricelulares:
 - menor eficiencia fijadora.
 - sistemas artesanales.
 - dificultad de automatización.
 - cultivos de microalgas:
 - tanques circulares.
 - sistemas *raceway* en tanques rectangulares.
 - fotobiorreactores.



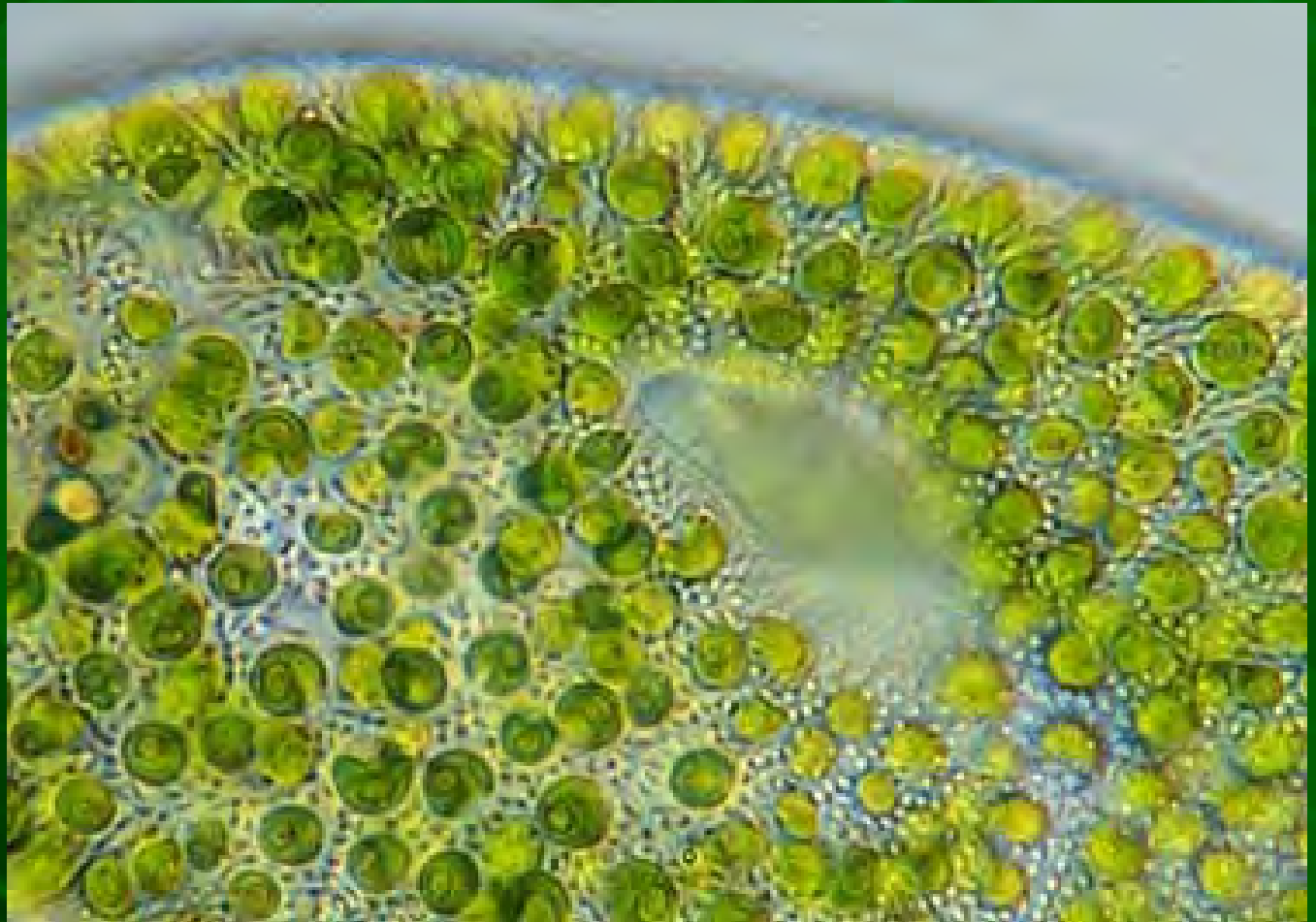
microalgas

- géneros más estudiados:
 - *Spirulina sp.*
 - *Chlorella sp.*
- especie más eficiente:
 - *Chlorella pyrenoidosa*



Chlorella sp.

microalga
Chlorella sp.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

proyecto de fotobiorreducción de CO_2
director coordinador: Dr. Ing. Agrónomo Carlos Pinilla Ruiz

fotobiorreactores

- cultivo controlado.
- inyección de aire enriquecido en CO_2 .
- calefacción del cultivo mediante la propia emisión de gases.
- sistemas:
 - discontinuos.
 - continuos.



fotobiorreactores continuos

- monitorización y control completo.
- cosecha automatizada y continua.
 - centrifugación del caldo de cultivo
- requisitos del sistema:
 - modulable (módulos manejables).
 - escalable (susceptible de ampliación por simple replicación de los módulos)
 - compacto (menor ocupación de superficie).



fotobiorreactores funcionando

- cilíndricos
- tubulares
 - verticales
 - horizontales
 - inclinados
- propuesta de este proyecto:
 - celdas cilíndricas agrupadas en contenedor



instalaciones

diseño de
laboratorio en
bolsas



instalaciones



fotobiorreactores
tubulares
verticales e
inclinados



instalaciones

cultivo
experimental en
fotobiorreactores
inclinados



UNIVERSIDAD DE JAÉN

proyecto de fotobiorreducción de CO_2
director coordinador: Dr. Ing. Agrónomo Carlos Pinilla Ruiz

instalaciones



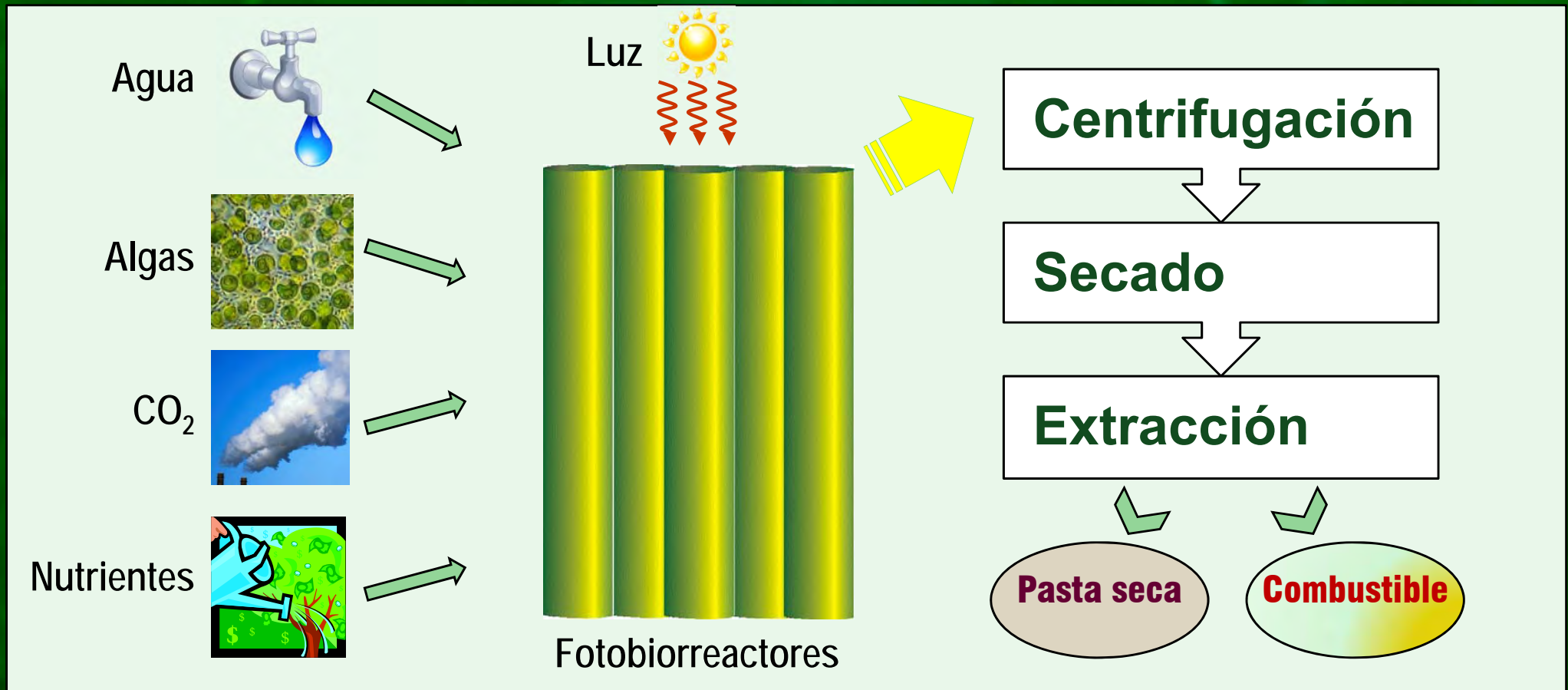
instalaciones



instalaciones



proceso genérico



ejemplo de obtención final de harina destinada a producción de biodiésel

datos esenciales del proyecto

Organismo fijador	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>
Proporción de materia seca sobre húmeda	> 20 %
Contenido de carbono sobre materia seca	> 50 %
Producción unitaria esperada	~ 5 g/L
Fijación diaria de carbono inorgánico	2,2 g/L
Fijación de CO ₂ anual del cultivo	2.944 kg/m ³
Reducción de CO ₂ requerida	400.000 t/año
Volumen de cultivo necesario	135.854 m ³
Dimensionamiento de fotobiorreactores	Ø 425 mm x 2,4 m altura
Requerimiento superficial estimado	1,276 m ² /m ³ de cultivo
Superficie ocupada	17,3308 ha
Producción diaria de biomasa húmeda	3.400 t



escalabilidad

simulación de
instalación
industrial en el
Marquesado



UNIVERSIDAD DE JAÉN

proyecto de fotobiorreducción de CO_2
director coordinador: Dr. Ing. Agrónomo Carlos Pinilla Ruiz

usos del producto final

- reutilización como combustible en la propia planta.
- venta directa como harina en seco para:
 - producción de biodiésel.
 - alimentación animal.
 - alimentación humana.
 - abono orgánico.



entidades participantes

- Cementos del Marquesado, S.A.
- Universidad de Jaén.
- Universidad de Granada.
- Universidad de Córdoba.
- Centro Andaluz de Medio Ambiente.





UNIVERSIDAD DE JAÉN

fijación biotecnológica de CO₂

proyecto de fotobiorreducción de emisiones en una planta cementera

director coordinador:
Dr. Ing. Agrónomo Carlos Pinilla Ruiz